

身長からみた幼児の接地足蹠画像の形態学的分析

The morphological analysis of preschool children's plantar surface
in relation to their stature

加城 貴美子 塚本 博之 釜中 明
Kimiko KASHIRO Hiroyuki TSUKAMOTO Akira KAMANAKA

(平成27年10月6日受理)

本研究は幼児の接地足蹠画像を形態学的に分析することにより、その実態を明らかにし、幼児の足の発育について考える示唆を得ることが目的である。そこで図1、図2に示すように幼児期の母趾角、小趾角、足角、および接地足幅と接地足長の割合、さらには接地足長と接地踵の位置について検討した。研究対象は、2008年7月から2015年5月までの8年間にわたり、3県の幼稚園と保育園、計14施設の同意の得られた幼児5,441名であった。研究方法は、身長、体重、立位時の足長・足幅測定のほか、自由な姿勢でピドスコープ上に立たせ、前方2mの指標に視線を向けて姿勢が安定した状態（5～10秒）で、接地足蹠をデジタルカメラで撮影した。分析は身長により5cm刻みでAからNまでの14層に分け、比較検討した。結果、①母趾角は、身長層Eはマイナスであるが、他の身長層は左足の方が右足より角度が大きかった（左 3.27 ± 6.46 、右 2.60 ± 6.34 ）。②小趾角は、身長層C（ $p < 0.01$ ）とE（ $p < 0.05$ ）に有意差が見られたが、その他は身長層に関係なく左右足とも有意差がみられなかった。③母趾角と小趾角では、小趾角が大きかった（左小趾角 9.98 ± 6.31 、右小趾角 10.97 ± 6.46 ）。④足角は身長層に関係なく左右ともほぼ同じで（左 18.49 ± 2.64 、右 18.50 ± 2.56 ）、身長層D（ $p < 0.05$ ）以外は左右の有意差はみられなかった。⑤接地足幅と接地足長との割合は、左足は身長に関係なく41%から43%の範囲内であったが、右足の割合は62%から72%の範囲であり、左右差が大きく、身長層AとN以外はすべて有意差（ $p < 0.001$ ）がみられた。以上の研究結果から、幼児期の形態学的分析で、身長により発達するものと変化のないものがあることがわかった。

1. はじめに

幼児期の足の発育は、ヒトの一生の中で顕著な発育をする時期である。また幼児期は、日常生活に欠かせない靴を履きはじめる時期でもある。発育の顕著な時期に靴を履くことによって、様々な足への影響があると考えられる。足と運動などの関係については多くの研究報告がみられる¹⁾²⁾³⁾。また、足の発達・発育に関する研究も多くみられる⁴⁾⁵⁾。原田(2001)は、外反母趾、内反小趾と浮き趾について1980年と2000年の幼児の足の形態で比較検討している⁶⁾。新宅ら(1996)は、237名の幼児を対象に、キレート液により測定した母趾角、小趾角、踵角(足角)について報告をしている⁷⁾。田口(2013)も足底に液を

塗り、紙での拇趾角測定結果を報告しているが、測定人数の記載はない⁸⁾。山崎ら（2009）も幼児の足部の発育・発達を報告している⁹⁾。しかし、幼児期を対象とした接地足跡の拇指角、小趾角、足角などについての報告はみられない。そこで本研究は、幼児期における接地足跡に着目し、幼児の形態学的分析を身長との関連を検討することとした。

2. 研究方法

- 1) 対 象：保護者の同意の得られたN県、S県、E県の3幼稚園と11保育園の幼児5,445名
- 2) 調査方法：身長、体重、立位時の足長・足幅測定後、自由な姿勢でピドスコープ（パテラ社製）上に立ち、前方2 mに視線を合わせ、姿勢が安定した状態（5～10秒）で接地足跡をデジタルカメラで撮影
- 3) 調査場所：N県、S県とE県の各施設内で測定環境に適した部屋
- 4) 測定期間：2008年7月～2015年5月
- 5) 分析方法：接地足跡画像を印刷し、形態学的測定
接地足跡の測定部分を図1と図2に示した。

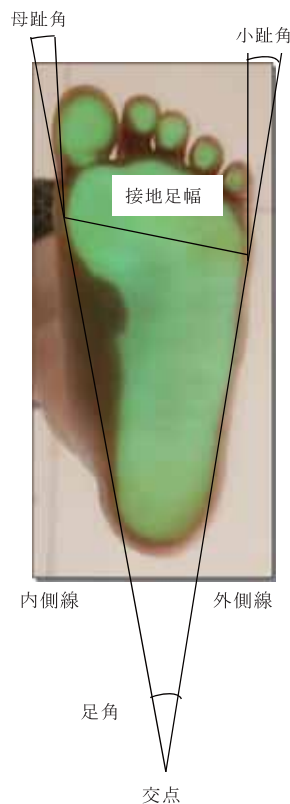


図1 母趾角、小趾角と足角

内側線は、接地足跡の内側（母趾側）に踵部と接地足幅とを結んだ線、外側線は接地足跡の外側の踵部と接地足幅とを結んだ線とした。足角は、内側線と外側線の交点の角度とした。母趾角は、内側線の接地足幅から母趾の接地部分の内側を結んだ内側線との角度とした。小趾角は、外側線の接地足幅から小趾の接地部分の外側を結んだ線との角度とした。（図1）

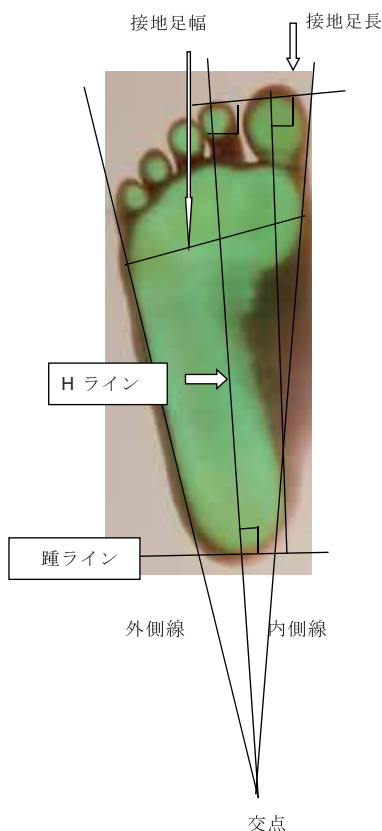


図2 接地足幅と接地足長

内側線と外側線の交点から第2趾の中央を結ぶ線（Hライン：平澤ライン）と接地踵部とに垂直線を引く。Hラインから直角に第1趾の接地部分の先端を結ぶ。第1趾接地先端中央から垂直に踵までラインを引き、この長さを測定した。また、第1趾と第2趾の接地部分の長い方を接地足長とした。（図2）

形態学的測定をした母趾角、小趾角、足角、接地足長、接地足幅と接地足長との割合を、以下に示した5cm間隔に区切った身長層で統計処理した。

65.0～69.9cmをA

70.0～74.9cmをB

75.0～79.9cmをC

80.0～84.9cmをD
85.0～89.9cmをE
90.0～94.9cmをF
95.0～99.9cmをG
100.0～104.9cmをH
105.0～109.9cmをI
110.0～114.9cmをJ
115.0～119.9cmをK
120.0～124.9cmをL
125.0～129.9cmをM
130.0～134.9cmをN

統計処理は、統計学パッケージSPSS ver.2013を使用した。

- 6) 倫理的配慮：・各幼稚園と保育園の園長に研究の説明後、協力が得られた保護者に「研究についての協力をお願い」を園長の文書と同時に渡した。
- ・保護者の同意が得られた後、同意書に署名をもらった。
 - ・測定時は、幼児の測定可能な状態になるまで待って測定した。
 - ・研究計画は、新潟県立看護大学倫理審査委員会の承認を得て実施した。

3. 結果

1) 対象について

測定データが得られたのは、5,445名であった。そのうち身長と体重の記載があったのは5,420名（男児2,859名、女児2,561名）であった。カウプ指数は、平均17.1、標準偏差は3.25であった。

2) 母趾角について

左右の母趾角は、表1に示した。

表 1 左右の母趾角

N=5420

身長層	左母趾角			右母趾角			t 検定
	n	\bar{x}	$\pm S D$	n	\bar{x}	$\pm S D$	
A 65.0~69.9cm	0			2	10.50	3.536	p = 0.58 * * * * * * * * * * * *
B 70.0~74.9cm	64	3.00	9.139	63	0.43	8.093	
C 75.0~79.9cm	48	1.28	9.759	48	-0.60	8.944	
D 80.0~84.9cm	74	-1.73	9.341	75	-1.24	9.918	
E 85.0~89.9cm	183	0.78	7.849	184	1.80	6.190	
F 90.0~94.9cm	438	3.16	6.747	443	2.33	6.664	
G 95.0~99.9cm	901	3.19	6.908	903	2.59	6.327	
H 100.0~104.9cm	1056	3.56	6.536	1050	3.04	5.455	
I 105.0~109.9cm	1064	3.85	5.876	1069	2.71	6.070	
J 110.0~114.9cm	923	3.41	5.565	924	2.57	5.830	
K 115.0~119.9cm	427	3.18	5.615	425	2.90	5.690	
L 120.0~124.9cm	135	3.40	5.591	134	2.50	6.010	
M 125.0~129.9cm	17	5.59	4.462	17	5.21	6.410	
N 130.0~134.9cm	1	5.00		1	-3.00		
計	5334	3.27	6.464	5335	2.60	6.338	

* 計が総数と一致しないのは母趾が接地していないため

* p<0.05 * * p<0.01 * * * p<0.001

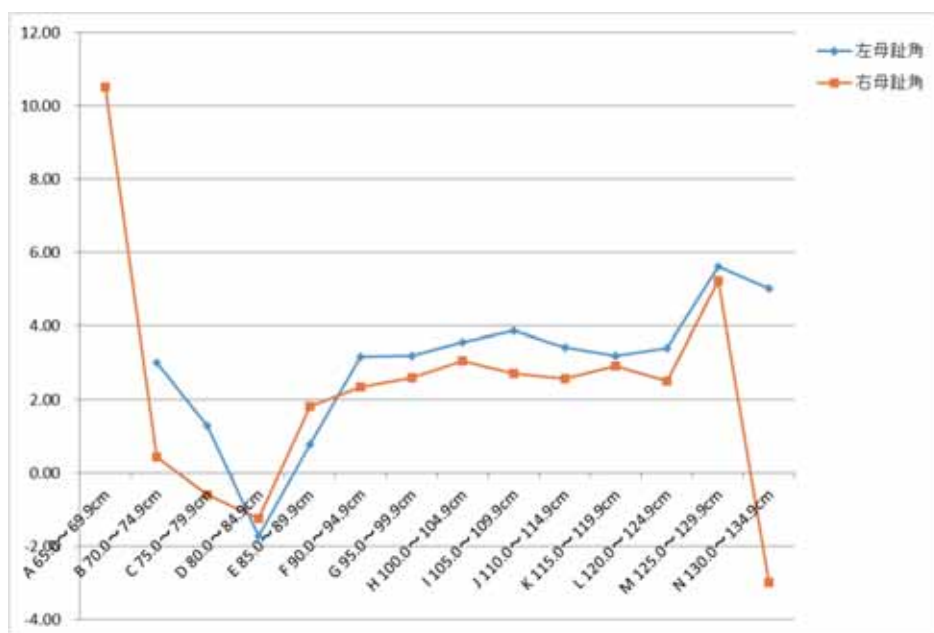


図 3 左右の母趾角

左母趾角の平均は 3.27 ± 6.46 度（範囲は -1.73 度 ~ 5.59 度）、右母趾角の平均は 2.60 ± 6.34 度（範囲は -1.24 度 ~ 5.21 度）であった。

左右の母趾角を比較すると左の角度が大きく、右の角度が小さい傾向にある。身長 I と J では右母趾角と左母趾角の差が大きく、有意差（ $p < 0.001$ ）がみられた。身長 B と G にも有意差（ $p < 0.01$ ）が、また身長 F と H にも有意差（ $p < 0.05$ ）がみられた。

3) 小趾角について

左右の小趾角は、表 2 に示した。

表 2 左右の小趾角

N=5420

身長層	左小趾角			右小趾角			t 検定
	n	\bar{x}	$\pm S D$	n	\bar{x}	$\pm S D$	
A 65.0 \sim 69.9cm	1	-14.00		1	-32.50		**
B 70.0 \sim 74.9cm	53	8.24	8.945	58	11.46	7.734	
C 75.0 \sim 79.9cm	34	6.07	5.613	45	9.74	7.128	
D 80.0 \sim 84.9cm	67	8.14	5.690	70	8.75	8.414	
E 85.0 \sim 89.9cm	162	7.90	7.348	161	8.13	7.000	
F 90.0 \sim 94.9cm	359	8.56	6.652	376	9.52	6.520	
G 95.0 \sim 99.9cm	676	9.62	6.018	676	9.97	6.715	
H 100.0 \sim 104.9cm	776	9.65	6.233	785	11.21	6.127	
I 105.0 \sim 109.9cm	761	10.67	5.720	789	11.81	3.045	
J 110.0 \sim 114.9cm	600	11.10	5.765	630	11.96	5.954	
K 115.0 \sim 119.9cm	281	10.92	6.320	290	11.71	6.374	
L 120.0 \sim 124.9cm	97	12.24	5.646	97	12.54	5.908	
M 125.0 \sim 129.9cm	9	12.39	5.407	15	15.10	6.395	
N 130.0 \sim 134.9cm	1	21.00		1	19.00		
計	3899	9.98	6.310	3994	10.97	6.458	

* 計が総数と一致しないのは小趾が接地していないため

* $p < 0.05$ ** $p < 0.01$

左小趾角の平均は 9.98 ± 6.31 度（範囲は 6.07 度 ~ 21.00 度）、右小趾角の平均は 10.97 ± 6.46 度（範囲は 8.13 度 ~ 19.00 度）であった。左右の小趾角を比較すると右の方が大きく、左の方が小さい傾向にある。身長 C では左右小趾角に有意差（ $p < 0.01$ ）がみられ、身長 E でも左小趾角が小さく有意差（ $p < 0.05$ ）がみられた。

4) 足角について

左右の足角については、表3と図3に示した。

表3 左右の足角

身長層	左足角			右足角			t 検定
	n	\bar{x}	$\pm S D$	n	\bar{x}	$\pm S D$	
A 65.0～69.9cm	2	16.25	1.768	2	22.25	6.718	*
B 70.0～74.9cm	65	16.85	4.069	65	18.72	3.871	
C 75.0～79.9cm	49	17.86	3.954	49	18.68	0.006	
D 80.0～84.9cm	76	17.24	2.838	76	18.01	3.439	
E 85.0～89.9cm	190	18.08	3.078	190	18.18	3.040	
F 90.0～94.9cm	446	18.56	2.741	448	18.64	2.812	
G 95.0～99.9cm	919	18.64	2.734	919	18.64	2.601	
H 100.0～104.9cm	1072	18.56	2.551	1072	18.51	2.487	
I 105.0～109.9cm	1080	18.51	2.528	1080	18.56	2.425	
J 110.0～114.9cm	935	18.44	2.417	935	18.39	2.378	
K 115.0～119.9cm	431	18.39	2.543	431	18.24	2.344	
L 120.0～124.9cm	135	18.55	2.419	135	18.53	2.517	
M 125.0～129.9cm	17	18.76	2.835	17	18.65	2.946	
N 130.0～134.9cm	1	21.50		1	21.50		
計	5420	18.49	2.637	5420	18.50	2.562	

* $p < 0.05$

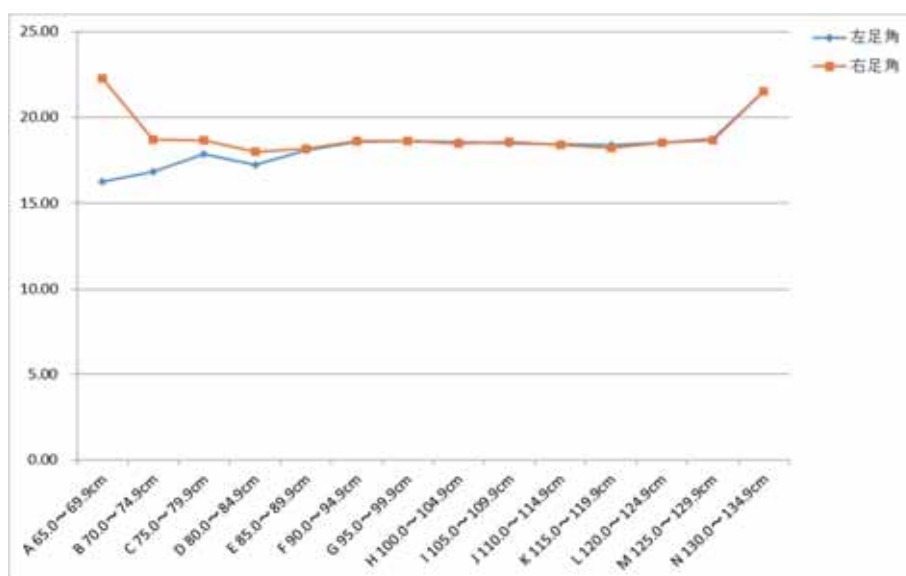


図3 左右の足角

左足角の平均は 18.49 ± 2.64 度（範囲は16.25度～21.5度）、右足角の平均は 18.50 ± 2.56 度（範囲は18.01度～22.5度）であった。左足角と比較して身長Eまでは右の方が大きい傾向であるが、それ以上になるとほぼ同じである。身長Dで有意差（ $p < 0.05$ ）みられたが、他は有意差がみられなかった。

5) 左右の接地足幅と接地足長の割合

左右の接地足幅と接地足長の割合については、表4に示した

表4 左右の接地足幅と足長の割合

N=5420

身長層	左接地足幅と足長との割合			右接地足幅と足長との割合			t 検定
	n	\bar{x}	$\pm S D$	n	\bar{x}	$\pm S D$	
A 65.0～69.9cm	1	0.43		2	0.66	0.073	
B 70.0～74.9cm	64	0.43	0.034	64	0.67	0.075	***
C 75.0～79.9cm	49	0.43	0.030	49	0.72	0.081	***
D 80.0～84.9cm	75	0.42	0.026	76	0.69	0.076	***
E 85.0～89.9cm	186	0.42	0.247	185	0.67	0.063	***
F 90.0～94.9cm	440	0.42	0.267	446	0.65	0.060	***
G 95.0～99.9cm	901	0.42	0.238	909	0.64	0.053	***
H 100.0～104.9cm	1060	0.41	0.227	1057	0.64	0.053	***
I 105.0～109.9cm	1067	0.41	0.008	1071	0.63	0.059	***
J 110.0～114.9cm	926	0.41	0.217	925	0.63	0.068	***
K 115.0～119.9cm	429	0.41	0.224	426	0.62	0.077	***
L 120.0～124.9cm	135	0.41	0.249	134	0.63	0.082	***
M 125.0～129.9cm	17	0.41	0.256	17	0.64	0.086	***
N 130.0～134.9cm	1	0.41		1	0.49		
計	5351	0.41	0.024	5362	0.64	0.063	

* 計が総数と一致しないのは第1と第2趾が接地していないため

*** $p < 0.001$

接地足幅と接地足長の割合は、左足の割合の平均41%（範囲は41%～43%）であった。右足の割合の平均は64%（範囲は49%～67%）であった。左足の割合と比較して右足の割合が大きく、身長BからMまでの全体の99.95%で有意差（ $p < 0.001$ ）がみられた。

6) 左右の足の接地長

左右の接地長については、表5に示した。

表 5 左右の接地足長

N=5420

身長層	左接地足長			右接地足長			t 検定
	n	\bar{x}	$\pm S D$	n	\bar{x}	$\pm S D$	
A 65.0～69.9cm	1	9.09		2	8.53	0.793	** ** *
B 70.0～74.9cm	64	13.21	1.688	64	13.11	1.629	
C 75.0～79.9cm	49	11.48	0.647	49	11.37	0.545	
D 80.0～84.9cm	75	12.43	0.524	76	12.30	0.535	
E 85.0～89.9cm	186	18.19	0.468	185	13.08	0.533	
F 90.0～94.9cm	440	13.97	1.005	446	13.78	0.665	
G 95.0～99.9cm	501	14.62	0.691	909	14.48	0.696	
H 100.0～104.9cm	1060	15.37	0.805	1057	15.21	0.802	
I 105.0～109.9cm	1067	16.01	0.746	1071	15.85	0.746	
J 110.0～114.9cm	528	16.73	0.743	925	16.59	0.739	
K 115.0～119.9cm	429	17.39	0.729	426	17.21	0.741	
L 120.0～124.9cm	135	18.21	0.733	134	18.00	0.730	
M 125.0～129.9cm	17	18.26	1.032	17	18.12	0.984	
N 130.0～134.9cm	1	18.33		1	18.63		
計	5351	15.55	0.021	5362	15.40	1.488	

* 計が総数と一致しないのは第1と第2趾が接地していないため

* $p < 0.05$ ** $p < 0.01$

左足長の平均は $15.55 \pm 0.02\text{cm}$ （範囲は $9.09 \text{ cm} \sim 18.33\text{cm}$ ）、右足長の平均は $15.39 \pm 1.49\text{cm}$ （範囲は $8.53\text{cm} \sim 18.63\text{cm}$ ）であった。左右の接地足長は若干であるが、左足の方が長い傾向である。身長KとLで有意差（ $p < 0.01$ ）、身長Mで有意差（ $p < 0.05$ ）がみられた。

7) 左右の接地踵の位置

左右の接地踵の位置については、表6に示した。

表 6 左右の足の踵の位置

身長層	N=5420			n (%)
	左足の踵が後	左右踵同位置	右足の踵が後	計
A 65.0～69.9cm	0	0	2 (100.0)	2 (100.0)
B 70.0～74.9cm	37 (56.9)	2 (3.1)	26 (40.0)	65 (100.0)
C 75.0～79.9cm	30 (61.2)	0	19 (38.8)	49 (100.0)
D 80.0～84.9cm	45 (59.5)	2 (2.6)	29 (38.2)	76 (100.0)
E 85.0～89.9cm	107 (56.3)	7 (3.7)	76 (40.0)	190 (100.0)
F 90.0～94.9cm	241 (53.8)	17 (3.8)	190 (42.4)	448 (100.0)
G 95.0～99.9cm	520 (56.6)	40 (4.4)	359 (39.1)	919 (100.0)
H 100.0～104.9cm	565 (52.7)	37 (3.5)	470 (43.8)	1072 (100.0)
I 105.0～109.9cm	605 (56.0)	36 (3.3)	439 (40.6)	1080 (100.0)
J 110.0～114.9cm	503 (53.8)	47 (5.0)	385 (41.2)	935 (100.0)
K 115.0～119.9cm	250 (58.0)	15 (3.0)	166 (38.5)	431 (100.0)
L 120.0～124.9cm	79 (58.5)	9 (6.7)	47 (34.8)	135 (100.0)
M 125.0～129.9cm	6 (35.3)	1 (5.9)	10 (58.8)	17 (100.0)
N 130.0～134.9cm	1 (100.0)	0	0	1 (100.0)
計	2989(55.19)	213(3.9)	2218(40.9)	5420(100.0)

左足の踵が後ろの幼児は55.19%、右足の踵が後ろの幼児は40.90%で、左足の踵が後ろの方が多く、有意差（ $p < 0.001$ ）がみられた。左右の踵の位置が同じ幼児は全体の3.90%のみであった。

4. 考察

1) 対象について

測定データ数は、統計処理を行うにあたっては十分なサンプル数であるが、身長層で検討すると、身長65.0cmから84.9cm、125.0cm以上ではサンプルが少なく、比較検討するには不十分である。しかし、その他の層、身長85.0～124.9cmの間での検討結果は有効であると考ええる。男児と女児のサンプル数もバランスがとれている。対象のカウプ指数も平均的な体格であった。

2) 母趾角

幼児期における母趾角の実態を知るとは、母趾角の発育の変化を知る上で重要な指標となると考えられる。これまでの研究で、幼児の母趾角についての報告はほとんどみられ

ない。新宅ら（1996）の報告はキレート液による測定であるが、本研究結果も同様の傾向であった。2歳から3歳では母趾球の発達が充分でないため、母趾はまっすぐである。本研究結果は幼児全体であるが、身長Dで左右の母趾角はマイナスである。これは母趾球の発達が未熟であり、母趾がまっすぐであるということを意味する。また、身長Eから左右の母趾角は大きくなっている。これは母趾が外転していることを示している。幼児の年齢が高くなるにしたがって、日常の活動量・運動量が増して、靴を履いた悪い影響が出ているのではないかと推測される。また、左足の母趾角が大きいというのは左足が軸足ではないかと推測される。

3) 小趾角

幼児期における小趾角の実態を知ることが、重要な指標となると考えられる。また現在まで、幼児期の小趾角についての報告はほとんどみられない。母趾角同様に、新宅ら（1996）のキレート液による測定報告と、同様の傾向がみられた。母趾角と身長層とに相関関係は見いだせなかったが、小趾角は身長層が大きくなるにつれて角度が大きくなっている。これは、小趾が内側に内転していると立位時の横の揺れの制御が十分できない可能性があるかと推測される。

4) 足角

足角は、接地足跡画像を内側線と外側線の交点の角度である。足角が大きくなると踵部の発育があるといわれている。足角についても新宅ら（1996）の報告と同様の結果であった。また、左右の足角はほぼ同角であり、身長BからMまで左右の足角は一定であった。幼児の踵部の発達や母子球の発達により足角に影響があると思われたが、踵部の発育とともに足長も大きくなるので、足角は変化しないという結果であった。

5) 左右の接地足幅と接地足長の割合

接地足幅と接地足長の割合を知ることが幼児期における発育の変化を知る上で重要な指標となると考えられる。また、今日まで左右の接地足幅と接地足長の割合についての報告はほとんどみられない。本研究結果では、左足の足幅の割合は40%台であるのに対して、右足は身長が低いほど割合が高く、身長が高くなるにしたがって割合が小さくなっている。これは身長と足幅は比例して大きくはならないということである。

6) 左右の接地足長

左右の足の接地長は、身長に比例し大きくなっている。左接地長が右足より大きいのは、左足が軸足になっているのではないかと推測される。

7) 左右の接地踵の位置

自由な立位姿勢での左右の踵の位置を比較し、どちらが後ろにあるかを調査した。幼児期に自由な立位姿勢のときに左右どちらの踵が後ろにあるかということを知ることが、軸足がどちらか、踏み出し足がどちらかであるかを推測できる。5割以上の幼児が左足の踵が後ろにあるという結果で、左足が軸足の幼児が多いと考えられる。

5. まとめ

幼児期の母趾角、小趾角、足角、接地足幅と接地足長の割合、接地足長と接地踵の位置について検討した。

- ・母趾角は、身長Eはマイナスの角度であるが、他の身長は左足の方が右足より角度が大きかった。
- ・小趾角は、身長に関係なく左右足とも同様な結果であった。
- ・母趾角と小趾角では、小趾角が大きかった。
- ・足角は左右とも同様な角度で身長に関係なく一定であった。
- ・接地足幅と接地足長との割合は、左足は身長に関係なく40%であったが、右足の割合は60%であった。

以上の研究結果から、幼児期の形態学的分析で、身長の発育により発達するものと変化のないものがあることがわかった。本研究結果が、今後の幼児の足の発育・発達に関する調査研究に有効に活用できると思われる。

引用文献

- 1) 浮田咲子 (2003) : A幼稚園園児の足裏について～体力・運動能力との関係～, 運動とスポーツの科学, 9, 1, 45-50
- 2) 櫻木真智子 (2008) : 幼児の足型形状と運動能力, 聖徳大学短期大学部研究紀要, 41, 57-61
- 3) 大塚美智子 (1998) : 幼児の成長に伴う足部形態の変化, 日本生理人類学会誌, VOL3
- 4) 原田硯三 (1995) : 幼児の運動能力と足の発達, 教育医学40, 171-180
- 5) 浮田咲子 (2005) : 幼稚園園児の足の発達について～体力・運動能力と生活状況について～幼少児健康教育研究 12(2), 63-73
- 6) 原田硯三 (2001) : 幼児の1980年と 2000年の足について, 靴の医学, 15, 14-18
- 7) 新宅幸憲, 山形修, 乾道生, 他 (1996) : 幼児期における足蹠と運動能力について, 大阪成蹊女子短期大学 研究紀要第30号, 43-52
- 8) 田口秀子 (2013) : 児童期の足形態の発育について (2) 児童期の成長発達拇趾角との関係について, 和洋女子大学 VOL49, 3, 96-111
- 9) 山崎純男, 西澤昭 (2009) : 幼児の足部の発育・発達について (IV), 長崎女子短期大学 第33号, 65-82